

## REALISATION DE PREFORME FIBREUSE ANNULAIRE PAR ENROULEMENT DE RUBAN

Publication number: FR2759387

Publication date: 1998-08-14

Inventor: DUVAL RENAUD R; LHERM ERIC A

Applicant: CARBONE IND (FR)

Classification:

- International: F16D69/00; B65H54/80; C04B35/83; D04H1/46; D04H1/48; D04H1/70; D04H3/05; D04H3/10; D04H13/00; F16D65/12; F16D69/02; F16D69/00; B65H54/00; C04B35/83; D04H1/46; D04H1/48; D04H1/70; D04H3/02; D04H3/08; D04H13/00; F16D65/12; F16D69/02; (IPC1-7): C04B35/83; F16D65/12; F16D69/02; D04H1/44; B65H54/78; D04H1/46; D04H18/00

- European: B29C70/16A; B65H54/80; C04B35/83; D04H1/46; D04H1/48; D04H3/05; D04H3/10B; D04H13/00B3B; F16D65/12F2; F16D69/02C

Application number: FR19970001604 19970212

Priority number(s): FR19970001604 19970212

Also published as:



WO9836187 (A1)



EP0970317 (A1)

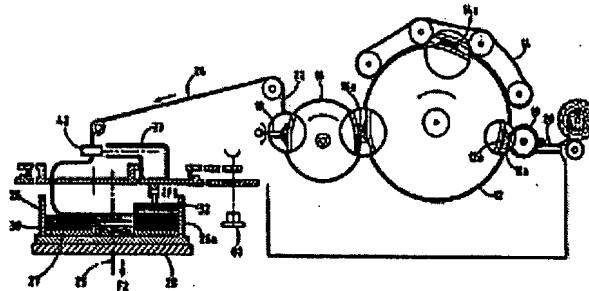


EP0970317 (A0)

[Report a data error here](#)

### Abstract of FR2759387

The ring-shaped textile structure (30) is produced by unwinding a textile ribbon (24) in a can (26) forming several tiered up ring-shaped textile layers each consisting of a plurality of flat spires. The ribbon for instance comes directly from carding. The unwinding can be carried out by repetitively forming spires around the axis of a can. The tiered up layers of spires are interwoven, for instance by needle bonding. The method is applicable to the production of preforms for composite brake discs, in particular carbon-carbon composite.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

D2

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
 PARIS

(11) N° de publication :  
 (à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 759 387

(21) N° d'enregistrement national :

97 01604

(51) Int Cl<sup>6</sup> : D 04 H 1/44, D 04 H 1/46, 18/00, B 65 H 54/78 //  
 F 16 D 65/12, 69/02, C 04 B 35/83

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 12.02.97.

(71) Demandeur(s) : CARBONE INDUSTRIE SOCIETE ANONYME — FR.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 14.08.98 Bulletin 98/33.

(72) Inventeur(s) : DUVAL RENAUD R et LHERM ERIC A.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(73) Titulaire(s) :

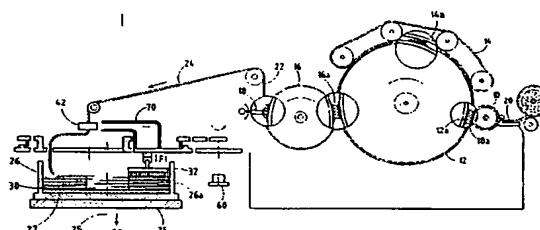
(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(74) Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

## (54) REALISATION DE PREFORME FIBREUSE ANNULAIRE PAR ENROULEMENT DE RUBAN.

(57) La structure fibreuse annulaire (30) est réalisée par enroulement d'un ruban fibreux (24) dans un pot (26) en formant plusieurs couches fibreuses annulaires superposées chacune constituée d'une pluralité de spires à plat. Le ruban est par exemple issu directement de carte. L'enroulement peut être effectué en formant des spires de façon répétitive autour d'un axe du pot. Les couches de spires superposées sont liées entre elles, par exemple par aiguilletage.

Le procédé est applicable à la réalisation de préformes pour des disques de frein en matériau composite, notamment en composite carbone-carbone.



La présente invention concerne la réalisation de structures fibreuses annulaires, ou préformes, destinées en particulier à la fabrication de pièces 5 annulaires en matériau composite.

Un domaine particulier mais non exclusif d'application de l'invention est la réalisation de préformes fibreuses annulaires pour la fabrication de disques de frein en matériau composite, notamment en composite carbone-carbone (C-C).

Des disques de frein en composite C-C sont fabriqués par élaboration 10 d'une préforme annulaire en fibres de carbone et densification de la préforme par une matrice en carbone.

Les préformes de disques de frein en composite C-C sont généralement fabriquées par superposition de strates d'une texture fibreuse de base 15 en fibres de carbone ou de précurseur de carbone et liaison éventuelle des strates entre elles, par exemple par aiguilletage.

La texture fibreuse de base peut être un feutre, un tissu, une nappe unidirectionnelle de câbles, fils ou torons, ou encore un complexe formé de plusieurs nappes superposées avec des directions différentes et liées entre elles par aiguilletage.

Des procédés de fabrication de préformes fibreuses par empilement et 20 aiguilletage de strates sont décrits par exemple dans les documents US-A-4 790 052, FR-A-2 626 294, et FR-A-2 726 013.

Les différentes strates peuvent être des strates pleines, auquel cas la préforme annulaire est découpée après empilement des strates, ou des strates 25 annulaires prédécoupées. Il en résulte des chutes de matière importantes qui grèvent des coûts de fabrication de façon significative en raison du prix des textures fibreuses de base, notamment lorsqu'elles sont en carbone ou en précurseur de carbone.

La présente invention a pour but de remédier à cet inconvénient en 30 proposant un procédé permettant de réaliser des préformes fibreuses annulaires sans perte de matière fibreuse.

La présente invention a aussi pour but de proposer un procédé permettant de réaliser des préformes fibreuses annulaires susceptibles de convenir pour la fabrication de disques de frein en matériau composite, c'est-à-dire des 35 préformes capables de conférer aux disques la capacité de résister aux efforts de frottement et de transmettre ceux-ci aux organes auxquels ils sont reliés, sans entraîner de destruction du matériau composite.

Ces buts sont atteints grâce à un procédé selon lequel la préforme est réalisée par enroulement d'un ruban fibreux dans un pot, en formant plusieurs couches annulaires superposées chacune constituée d'une pluralité de spires à plat.

5 Par spire à plat, on entend ici une spire ou boucle décrite par le ruban sensiblement dans un plan parallèle au fond du pot.

Avantageusement, l'enroulement est réalisé en formant des spires de façon répétitive autour d'un axe vertical du pot. Différents modes d'enroulement pourront être utilisés, en fonction notamment de la répartition désirée du taux de fibres en direction radiale, mais en préservant de préférence la symétrie axiale de 10 l'enroulement.

Le ruban peut être formé de fibres discontinues, par exemple de fibres discontinues sensiblement parallèles entre elles et légèrement retordues. Le ruban est par exemple un ruban issu d'une carte, ou un câble issu d'un dispositif de craquage, susceptible de se déposer en s'aplatissant dans le pot.

15 L'utilisation d'un ruban issu d'une carte est particulièrement avantageuse car l'enroulement peut être réalisé dans le pot directement en sortie de carte, comme il est d'usage de le faire pour le stockage d'un ruban issu de carte dans l'attente de son utilisation pour une opération textile ultérieure. Un avantage similaire découle de l'utilisation d'un ruban provenant d'un câble craqué.

20 Dans ce cas, non seulement une préforme annulaire est réalisée sans perte de matière, mais, de plus, la préforme est obtenue directement, sans opération supplémentaire, et avec une installation classique.

En outre, l'utilisation d'un ruban formé de fibres discontinues faiblement liées entre elles, comme c'est le cas d'un ruban issu de carte ou d'un 25 câble craqué, même avec légère re-torsion, autorise un certain foisonnement des fibres. De la sorte, non seulement on peut aboutir à une porosité moins irrégulière favorable pour la densification de la préforme, mais de plus à un certain entremêlement des fibres entre couches superposées qui est favorable pour la liaison entre couches et la résistance au délaminateur.

30 Cela n'exclut pas la possibilité de réaliser une liaison entre couches par aiguilletage. Celui-ci peut être effectué sur la préforme enroulée, éventuellement comprimée en direction axiale, ou au fur et à mesure de la formation des couches, pendant l'enroulement du ruban.

35 L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication de pièces annulaires en matériau composite par densification de préformes obtenues comme décrit ci-dessus, et éventuellement comprimées.

La densification est réalisée par infiltration chimique en phase vapeur ou par voie liquide ou par combinaison des deux.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif. On se référera aux dessins annexés sur 5 lesquels :

– la figure 1 est une vue très schématique d'une installation permettant la mise en œuvre d'un procédé conforme à l'invention pour l'élaboration de préformes fibreuses annulaires ;

10 – les figures 2A, 2B, 2C et 2D illustrent différentes étapes d'enroulement d'une spire à plat dans un pot, pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention au moyen de l'installation de la figure 1 ;

– la figure 3 montre schématiquement un mode de réalisation du dispositif d'enroulement en pot de la figure 1, afin de permettre un enroulement tel qu'illustré par les figures 2A à 2D ;

15 – la figure 4 montre très schématiquement la chaîne cinématique du dispositif d'enroulement de la figure 3 ;

– les figures 5A et 5B montrent schématiquement d'autres modes d'enroulement d'une spire à plat dans un pot, pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention.

20 Dans l'exemple illustré par la figure 1, une préforme est réalisée par enroulement dans un pot d'un ruban directement en sortie de carte. Dans cet exemple, la carte utilisée est une carte à chapeaux. Sur la figure 1, différentes parties de l'installation sont montrées à échelle agrandie, dans des cercles.

De façon classique, une telle carte comprend un rouleau briseur rotatif 25 10 garni de fines pointes métalliques inclinées 10a et recevant un textile à carder 20. Le textile 20 est par exemple une nappe de fibres ou un feutre et est formé de fibres du matériau de la préforme ou d'un précurseur de ce matériau. Il est possible d'utiliser un feutre ou une nappe formé de fibres de même nature ou d'un mélange de fibres différentes. Par exemple, on pourra mélanger des fibres de carbone 30 provenant de précurseurs différents, tel que des fibres à précurseur polyacrylonitrile (PAN) à l'état préoxydé, ou brai isotrope, ou brai anisotrope, ou cellulosique, ou phénolique, ou mélanger des fibres de ces différents précurseurs.

Le rouleau briseur 10 coopère avec un tambour rotatif 12, ou grand tambour, tournant plus vite que le rouleau briseur et muni également de pointes métalliques 12a. Le textile à carder est dispersé fibre par fibre sur le grand tambour avec l'aide de chapeaux portés par une chaîne sans fin 14 et munis de pointes

inclinées 14a. La chaîne 14 épouse sensiblement la forme du contour du grand tambour 12, sur un secteur de celui-ci.

Les fibres sont reprises du grand tambour 12 par un tambour peigneur 16 muni d'aiguilles 16a. Le tambour peigneur 16 tourne moins vite que le grand tambour, ce qui favorise le regroupement des fibres. Celles-ci sont détachées sur tambour peigneur sous forme d'un voile de fibres 22 à l'aide d'un peigne détacheur 18 animé d'un rapide mouvement oscillatoire de faible course.

Le voile de fibres 22 est condensé en un ruban ou mèche 24 qui est enroulé à plat dans un pot 26 fixe ou rotatif, au moyen d'un dispositif d'enroulement ou tasseuse 40.

Les figures 2A à 2D montrent un mode particulier d'enroulement du ruban 24 dans le pot 26 cylindrique d'axe vertical 25, ayant une paroi cylindrique externe 26a et un fond horizontal 26b.

Une première spire S (figure 2A) de forme sensiblement circulaire est formée à plat sur le fond 26b. Cette spire entoure une surface cylindrique 30a en étant tangente à celle-ci en un seul point  $T_i$  et est tangente en un point  $T_j$  du côté interne d'une surface cylindrique 30b, les points  $T_i$  et  $T_j$  étant situés sur un même diamètre. Les surfaces 30a et 30b ont le même axe vertical que le pot et matérialisent les faces interne et externe de la préforme annulaire à réaliser. On notera que la surface 30b peut être sensiblement confondue avec la paroi externe 26a du pot 26.

Le dispositif d'enroulement est réalisé de manière que, éventuellement en combinaison avec la rotation du pot 26 autour de son axe, chaque nouvelle spire soit formée en étant décalée d'un angle  $\alpha$  par rapport à la spire précédente, autour de l'axe du pot. Les figures 2B et 2C montrent l'enroulement réalisé après, respectivement, 15 et 30 spires. Après un tour complet, correspondant ici à 44 spires, une couche complète est formée sur le fond du pot (figure 2D). L'enroulement est poursuivi ainsi en formant des couches superposées parallèles au fond du pot jusqu'à atteindre une hauteur souhaitée. Celle-ci peut atteindre plusieurs dizaines de centimètres. Un mode particulier de réalisation du dispositif d'enroulement 40 sera décrit plus loin en référence à la figure 3.

La préforme annulaire 30 ainsi constituée peut être utilisée pour réaliser des pièces en matériau composite de formes annulaires. A cet effet, la préforme est de préférence compactée, de manière à obtenir un taux volumique de fibres désiré, c'est-à-dire le pourcentage voulu du volume apparent de la préforme effectivement occupé par les fibres.

La préforme maintenue à l'état compacté est densifiée par voie liquide et/ou par infiltration chimique en phase vapeur. La densification par voie liquide consiste à imprégner la préforme par un précurseur liquide du matériau constitutif de la matrice désirée du matériau composite, par exemple une résine. La 5 transformation du précurseur de la matrice est réalisée par traitement thermique. L'infiltration chimique en phase vapeur consiste à placer la préforme dans une enceinte et à admettre, dans l'enceinte, une phase gazeuse précurseur de la matrice qui, dans des conditions prédéterminées de température et de pression, diffuse au sein de la porosité de la préforme et forme, au contact des fibres, un dépôt de 10 matrice produit par décomposition d'un ou plusieurs constituants de la phase gazeuse ou réaction chimique entre plusieurs constituants.

Les processus de densification par voie liquide et par infiltration chimique en phase vapeur, pour former des matrices par exemple en carbone ou en céramique, sont bien connus. On notera que la densification pourra d'abord être 15 réalisée partiellement par voie liquide afin de consolider la préforme, de sorte que la poursuite de la densification peut être effectuée par infiltration chimique en phase vapeur sans nécessiter d'outillage de maintien.

Lorsque la préforme est réalisée par enroulement d'un ruban en fibres constituées d'un précurseur du matériau constitutif du renfort fibreux du matériau 20 composite, la transformation du précurseur est effectuée après réalisation de la préforme et avant densification de celle-ci, par exemple au cours d'un processus de montée en température précédant la densification.

Après densification, différentes pièces annulaires, par exemple des disques de frein en matériau composite, peuvent être obtenues par tronçonnage 25 suivant des plans radiaux, et usinage de finition.

De préférence, les différentes couches de préformes sont liées les unes aux autres afin d'améliorer la cohésion de la préforme et, par conséquent, d'augmenter la résistance des pièces en matériau composite au délamination, c'est-à-dire à un endommagement par séparation entre couches de préforme.

30 La liaison des couches entre elles peut être réalisée par aiguilletage ou par couture de la préforme, après enroulement. De préférence, l'aiguilletage ou la couture sont alors réalisés avec compression de la préforme en direction axiale.

35 L'aiguilletage des couches de préforme peut aussi être effectué au cours du processus de formation de la préforme annulaire dans le pot. Les couches sont aiguilletées au fur et mesure de leur réalisation, de manière à avoir une densité d'aiguilletage sensiblement constante dans tout le volume de la préforme.

A cet effet, on utilise une planche à aiguilles 32 (figure 1) qui s'étend radialement sur une distance sensiblement égale à la dimension radiale de la préforme et peut pénétrer dans le pot 26.

La planche à aiguilles 32 est munie d'aiguilles 34 qui sont réparties régulièrement sur une aire en forme de secteur, de manière à avoir une densité surfacique d'aiguilletage constante entre les faces interne et externe de la préforme.

La planche à aiguilles 32 est animée d'un mouvement de va-et-vient vertical (flèches F1) pour permettre aux aiguilles de pénétrer dans la préforme sur une profondeur égale à plusieurs fois l'épaisseur d'une couche aiguilletée. Afin de pouvoir réaliser l'aiguilletage des premières couches, le fond du pot 26 est garni d'un revêtement 27 formant feutre d'embase dans lequel les aiguilles peuvent pénétrer sans être détériorées. Le feutre d'embase est par exemple en polypropylène. Il peut être revêtu d'une feuille, par exemple en élastomère, qui empêche l'ancre dans le feutre d'embase de fibres déplacées par les aiguilles et permet ainsi ensuite de séparer aisément la préforme aiguilletée du feutre d'embase.

Après chaque aiguilletage complet d'une couche, le pot 26 peut être abaissé d'une distance sensiblement égale à l'épaisseur d'une couche aiguilletée, de sorte que la profondeur d'aiguilletage est maintenue sensiblement constante. A cet effet, le pot 26 est placé sur une table 28 mobile verticalement (flèche F2).

Lorsque le pot 26 est rotatif (figure 1), la planche à aiguilles est non rotative. On notera qu'un dispositif d'aiguilletage de préforme annulaire avec densité d'aiguilletage sensiblement constante est déjà décrit dans le document FR-A-2 626 294 de la demanderesse.

Lorsque le pot est fixe, la planche à aiguilles est ainsi animée d'un mouvement rotatif autour de l'axe du pot, de manière à balayer toute la surface d'une couche. La rotation de la planche à aiguilles est synchronisée avec le déplacement angulaire de la position du centre des spires autour de l'axe du pot. L'aiguilletage, avec abaissement progressif du pot, étant réalisé de la même façon.

Dans tous les cas, afin d'éviter une interférence entre le processus de formation de spires et le processus d'aiguilletage, l'emplacement de la planche à aiguilles est choisi de manière à être diamétralement opposé à celui du centre de la spire en cours de formation.

On notera que la préforme dont les couches sont liées entre elles par aiguilletage ou couture après enroulement, ou par aiguilletage au cours de l'enroulement pourra ensuite être ensuite comprimée à nouveau avant densification.

On notera aussi que, dans le cas où la liaison des couches de la préforme est réalisée après enroulement, le pot pourra être simplement monté sur un support élastique, par exemple un ressort, permettant au fond du pot de descendre progressivement sous le poids de la préforme en cours de formation, comme cela est bien connu pour des pots de réception de rubans en sortie de carte.

Un mode de réalisation du dispositif d'enroulement 40 sera maintenant décrit en référence principalement aux figures 3 et 4.

Dans cet exemple, le pot 26 est fixe. Une couche complète de spires est formée, comme montré par les figures 2A à 2D, en imposant au point courant B 10 d'une spire S un mouvement composé de deux rotations : l'une centrée sur l'axe A de la spire S et l'autre centré sur l'axe O du pot et entraînant l'axe A.

Le ruban 24 est appelé par passage entre deux cylindres 42 et est dirigé vers le pot 26 en étant guidé à travers un orifice 44 d'un plateau de distribution 46 formant tête d'enroulement. Le plateau 46 est en forme de disque horizontal d'axe 15 A muni de l'orifice de passage 44 au voisinage de sa périphérie. Le plateau 46 présente un rebord 48 formant à l'extérieur une couronne dentée qui est en prise avec la couronne intérieure dentée 50 d'un anneau 52 pour entraîner le disque 46 autour de l'axe A. L'anneau 52 engrène par sa couronne extérieure dentée 54 avec un pignon 56 lui-même en prise avec un pignon 58 entraîné en rotation autour 20 d'un axe vertical M par un dispositif moteur 60.

L'ensemble comprenant les cylindres 42, le plateau de distribution 46 et la planche à aiguilles 32 est porté par un plateau rotatif 66 d'axe O. Le plateau 66 est en prise à cet effet par sa couronne extérieure 64 avec une roue dentée 62 entraînée par le moteur 60.

25 Le plateau de distribution 46 est logé dans une lumière annulaire 68 formée dans le plateau 66, de manière à pouvoir tourner autour de l'axe A librement par rapport au plateau 66. On notera que le plateau rotatif 66, la pièce annulaire rotative 52 et la tête de distribution rotative 46 sont supportées par un bâti (non représenté).

30 L'un des cylindres 42 est entraîné en rotation autour de son axe N, et entraîne l'autre cylindre 42 en rotation par friction. L'arbre du cylindre moteur 42 est porté par un bras coudé 70 faisant saillie à la surface supérieure du plateau 66, tandis que la planche à aiguilles 30 est suspendue sous le plateau 66 au moyen d'un support 72.

35 L'entraînement en rotation du cylindre moteur 42 est assuré à partir du plateau de distribution 46 par l'intermédiaire d'une roue dentée 74, en prise avec la

couronne 48, et d'un renvoi d'angle formé par deux pignons coniques 76, 78 (figure 4).

Les rapports entre la roue 62 et la couronne 64, d'une part, et les pignons et couronnes 58, 56, 50 et 48, d'autre part, sont déterminés pour que le plateau de distribution accomplisse N tours, pour chaque tour du plateau 66, N étant le nombre de spires formant une couche complète sur le fond du pot 26 (dans l'exemple mentionné plus haut, N = 44).

Quant au cylindre 42 d'appel du ruban 20, il est entraîné à une vitesse telle que la vitesse linéaire du ruban appelé soit de préférence sensiblement égale à 10 la vitesse linéaire du point courant B d'une spire S.

Le dispositif d'enroulement qui vient d'être décrit permet de réaliser un enroulement tel qu'illustré par les figures 2A à 2D, avec un pot fixe.

Il apparaîtra immédiatement à l'homme de l'art que le même mode d'enroulement avec pot fixe ou que d'autres modes d'enroulement, avec pots fixes 15 ou pots rotatifs, peuvent être adoptés, en adaptant de façon correspondante la cinématique du dispositif d'enroulement.

A titre d'exemples, deux variantes de modes d'enroulement sont illustrés schématiquement par les figures 5A et 5B.

Dans le cas de la figure 5A, chaque spire sensiblement circulaire 20 s'inscrit dans l'intervalle entre surface interne 30a et surface externe 30b en étant tangentes à celles-ci en deux points respectifs situés sur un même rayon. Ce mode d'enroulement peut être mis en oeuvre avec un pot fixe ou mobile. Il est plus particulièrement avantageux en cas d'aiguilletage de la préforme en cours d'enroulement. En effet, l'aiguilletage peut être alors réalisé avec une planche à 25 aiguilles dans un emplacement diamétralement opposé à celui où se situe l'enroulement, donc sans interférence avec l'enroulement. La planche à aiguilles est entraînée en rotation autour de l'axe du pot en synchronisme avec la tête d'enroulement autour de cet axe, lorsque le pot est fixe, ou occupe une position angulaire fixe par rapport à l'axe du pot lorsque le pot est mobile en rotation autour 30 de son axe.

Enfin, dans le cas de la figure 5B, chaque spire a une forme sensiblement elliptique et enveloppe la surface interne 30a, à laquelle elle est tangente en deux points opposés, et s'étend entre deux points opposés de la surface externe 30b.

35 Dans ce qui précède, il a été envisagé le cas d'un ruban issu de carte à chapeaux. Bien entendu, on pourra aussi enrouler un ruban issu d'autres types de cartes, par exemple de gills à chaînes. En outre, comme déjà indiqué, le procédé

selon l'invention peut aussi être mis en oeuvre avec un ruban issu d'un dispositif de craquage de câbles. De tels dispositifs de craquage, y compris pour des câbles en fibres de carbone, sont bien connus. On pourra se référer par exemple au document FR-A-2 608 641. L'enroulement du ruban dans un pot est réalisé de la même façon que pour un ruban issu de carde. Un ruban formé d'un mélange de fibres peut également être obtenu en alimentant le dispositif de craquage par des câbles de carbone provenant de précurseurs différents, ou par des câbles en précurseurs de carbone différents.

Différents exemples de réalisation de préformes annulaires utilisant un procédé conforme à l'invention seront maintenant décrits.

#### EXAMPLE 1

On part d'un textile à carder constitué de fibres de PAN préoxydé frisées et coupées, d'une masse volumique de 1,37 g/cm<sup>3</sup>. Au moyen d'une carde telle qu'illustrée par la figure 1, on réalise un ruban de titre égal à environ 5 000 tex. Le ruban est enroulé comme montré par les figures 2A à 2D, mais en formant chaque couche avec 20 spires. Les diamètres interne et externe de la préforme sont respectivement égaux à 150 et 600 mm. Chaque spire a une longueur de 1,25 m et chaque couche a une épaisseur, à l'état non comprimé, égale à environ 25 mm.

Après avoir formé 25 couches, sans aiguilletage, la préforme obtenue est retirée du pot et carbonisée en étant maintenue dans sa forme.

Ensuite, la préforme est comprimée afin d'obtenir le taux volumique de fibres désiré et est densifiée par infiltration chimique en phase vapeur pour former une matrice de carbone pyrolytique. Au début de la densification et au moins jusqu'à consolidation, la préforme est maintenue dans un outillage. Après densification, la pièce annulaire obtenue est tronçonnée pour obtenir les disques d'épaisseur voulue.

#### EXAMPLE 2

Comme dans l'exemple 1, on part de textile à carder constitué de fibres de PAN préoxydé frisées. Plusieurs rubans sont formés par cardage avec un titre égal à environ 5 000 tex. Après cardage, 10 rubans sont réunis et étirés de manière à les allonger de 10 fois, afin d'obtenir un ruban ayant toujours un titre de 5 000 tex, mais de densité plus élevée permettant, par rapport à l'exemple 1, de multiplier le taux volumique de fibres dans l'enroulement par 1,5.

Le ruban est enroulé comme illustré par les figures 2A à 2D, mais en formant chaque couche avec 20 spires. Les diamètres interne et externe de la préforme sont égaux respectivement à 120 et 400 mm, et la longueur d'une spire est égale à 80 cm.

- 5            Le reste du processus est identique à celui de l'exemple 1.

### EXAMPLE 3

On procède exactement comme dans l'exemple 2, mais en utilisant 5 rubans de cardé en fibres en précurseur carbone de type phénolique et 5 rubans 10 de cardé en fibres de PAN préoxydé.

Cet exemple montre la possibilité de mélanger différents types de précurseur de carbone donnant des fibres de carbone de module plus ou moins élevé, selon les propriétés attendues de la préforme.

15          EXAMPLE 4

On utilise un produit textile de départ constitué par un câble de fibres de carbone 50K (c'est-à-dire formé de 50 000 filaments). Le câble est soumis à une opération d'étirage-craquage donnant un ruban ayant un titre de 4 500 tex.

Le ruban est enroulé comme dans l'exemple 1, la préforme obtenue 20 ayant un taux de fibres de 25 %.

La préforme est compactée pour augmenter le taux volumique de fibres jusqu'à la valeur voulue et maintenue à l'état compacté par aiguilletage, ce qui permet de la densifier sans recourir à un outillage.

25          EXAMPLE 5

On procède comme dans l'exemple 4, mais en aiguillant les couches formées par les spires de ruban au fur et à mesure de l'enroulement. L'aiguilletage produit un compactage, de sorte que le taux volumique de fibres dans la préforme obtenue est de 50 %.

30          La préforme aiguilletée peut être densifiée sans nécessairement subir un compactage additionnel.

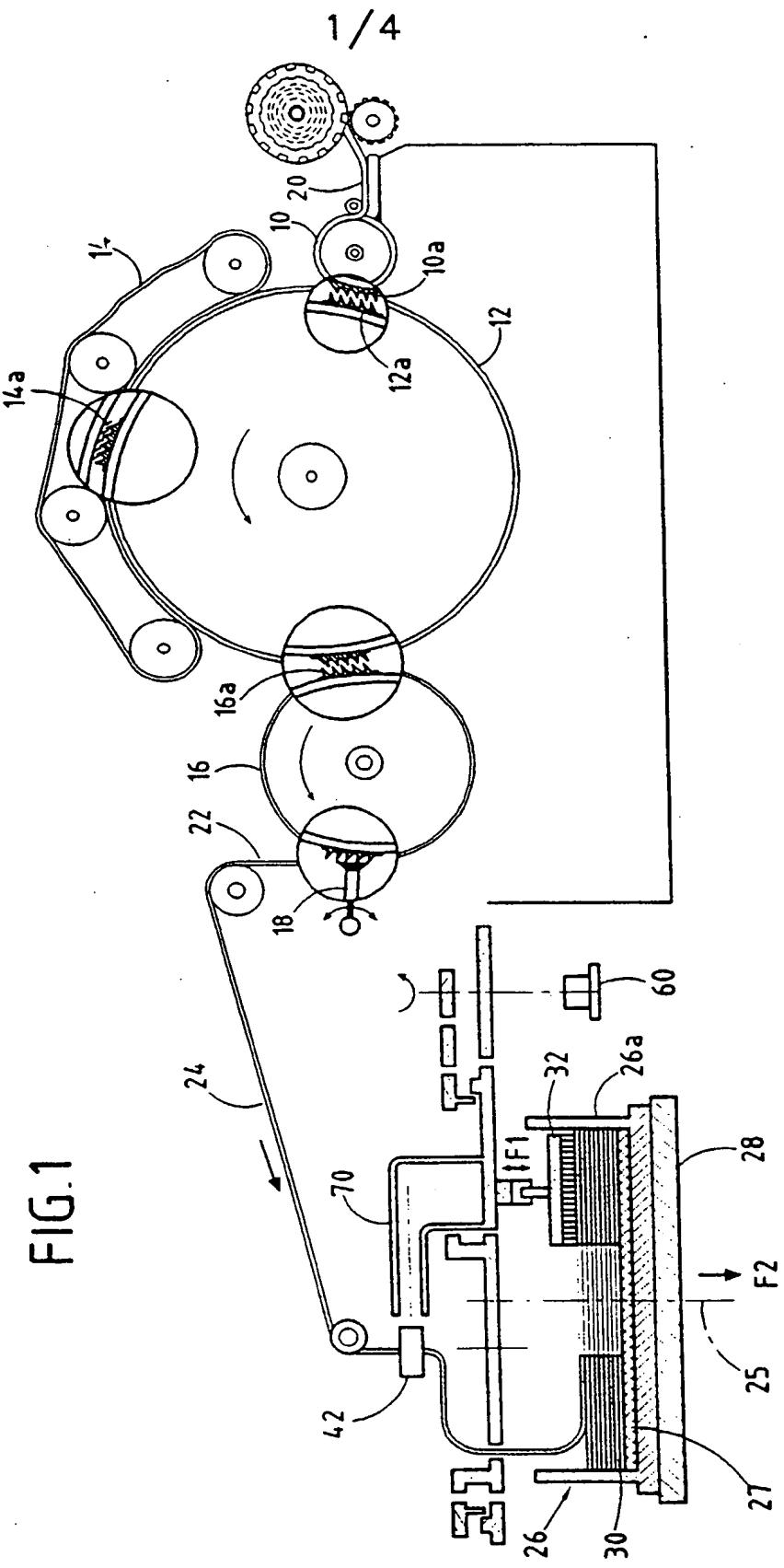
## REVENDICATIONS

- 1        Procédé de réalisation d'une structure fibreuse annulaire par enroulement d'une texture fibreuse,
- 5        caractérisé en ce que la structure fibreuse annulaire est réalisée par enroulement d'un ruban fibreux dans un pot en formant plusieurs couches fibreuses annulaires superposées chacune constituée d'une pluralité de spires à plat.
2.        Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enroulement est effectué en formant des spires de façon répétitive autour d'un axe du pot.
- 10      3.        Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'enroulement est effectué en formant des spires suivant des trajectoires parallèles à un fond du pot.
4.        Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque spire est formée entre la surface cylindrique interne et la surface cylindrique externe de la préforme.
- 15      5.        Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque spire enveloppe la surface cylindrique interne de la préforme et est tangente à celle-ci en un seul point.
6.        Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque spire s'étend entre deux points de la surface cylindrique externe de la préforme suivant une trajectoire tangente à la surface cylindrique interne de la préforme.
- 20      7.        Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les couches de spires superposées sont liées entre elles.
8.        Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la liaison des couches entre elles est effectuée après enroulement du ruban.
- 25      9.        Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la liaison est effectuée par aiguilletage.
10.      Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la liaison est effectuée par couture.
- 30      11.      Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la liaison des couches entre elles est réalisée par aiguilletage au cours de l'enroulement du ruban.
- 12       Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'aiguilletage est réalisé avec une profondeur d'aiguilletage sensiblement constante.
13.      Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 et 12, caractérisé en ce que la tête d'aiguilletage est entraînée en rotation autour d'un axe du pot.
- 35      14.      Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'on amène le ruban dans le pot au moyen d'un dispositif de distribution ayant un axe, on entraîne

le dispositif de distribution en rotation autour de son axe pour former une spire, et on entraîne le dispositif de distribution en rotation autour de l'axe du pot pour former une pluralité de spires successives, le pot étant fixe, et en ce que l'on réalise l'aiguilletage au moyen d'une tête d'aiguilletage qui s'étend sensiblement 5 radialement dans le pot et qui est entraînée en rotation autour de l'axe du pot en synchronisme avec le dispositif de distribution.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 et 12, caractérisé en ce que le pot est cylindrique d'axe vertical et est entraîné en rotation autour de son axe et la tête d'aiguilletage est fixe par rapport à l'axe du pot.
- 10 16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que l'on utilise une texture fibreuse sous forme d'un ruban de fibres discontinues.
17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'on utilise un ruban issu de carte.
- 15 18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que la structure fibreuse est réalisée par enroulement du ruban directement en sortie de carte.
19. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'on utiliser une texture fibreuse sous forme d'un ruban obtenu par réunion et étirage de plusieurs rubans..
- 20 20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que l'on utilise plusieurs rubans formés de fibres de natures différentes.
21. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'on utilise un ruban sous forme de câble craqué.
22. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce que la structure fibreuse est réalisée par enroulement du ruban directement en sortie de dispositif de craquage de câble.
- 25 23. Procédé de fabrication d'une pièce annulaire en matériau composite comportant un renfort fibreux et une matrice reliant entre elles les fibres du renfort, le procédé comprenant la réalisation d'une préforme fibreuse annulaire et la densification de la préforme par la matrice,
- 30 caractérisé en ce que la préforme est réalisée par un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 22.
- 35 24. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que la préforme est réalisée par enroulement d'un ruban en fibres constituées d'un précurseur du matériau constitutif du renfort fibreux du matériau composite, et la transformation du précurseur est effectuée après réalisation de la préforme et avant densification de celle-ci.

25. Procédé selon l'une quelconque des revendications 23 et 24, caractérisé en ce que la préforme fibreuse est comprimée avant densification.
26. Procédé selon l'une quelconque des revendications 23 à 25, caractérisé en ce que la préforme est réalisée par enroulement d'un ruban formé de fibres de  
5 plusieurs natures différentes.



2/4

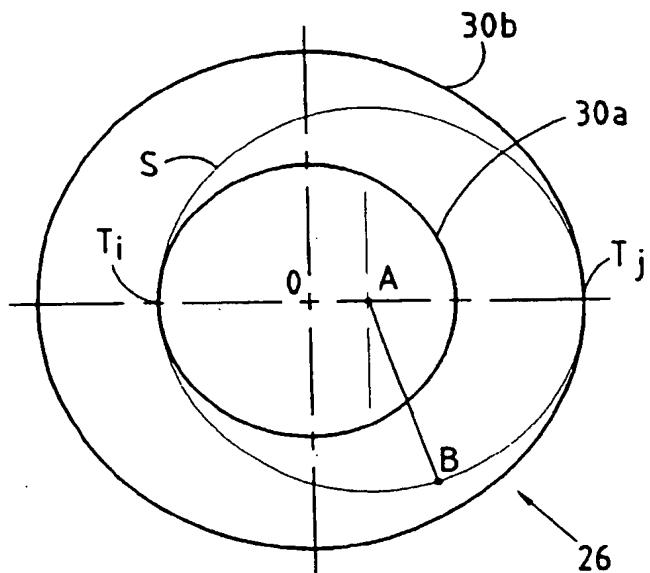


FIG.2A

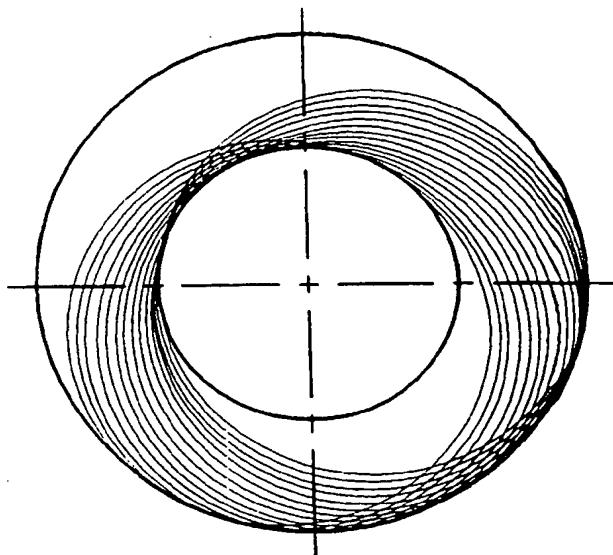


FIG.2B

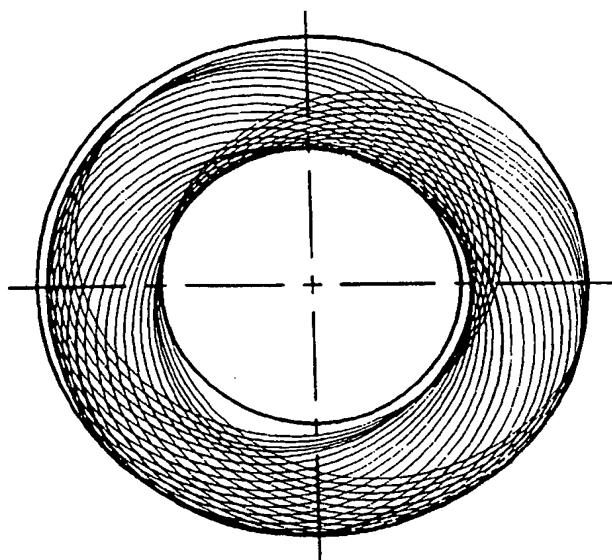


FIG.2C

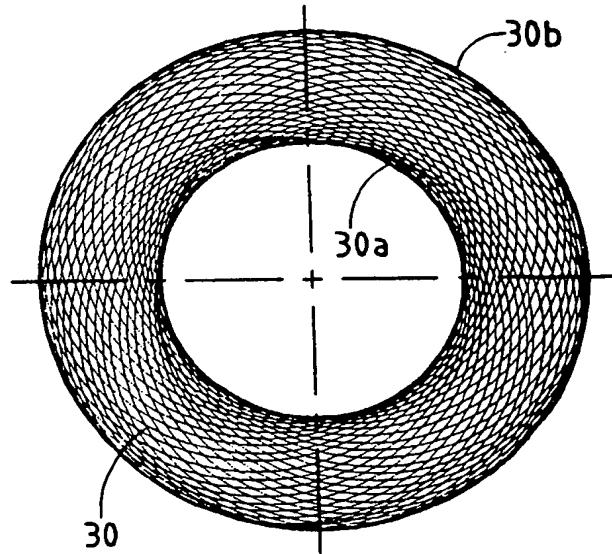


FIG.2D

3/4

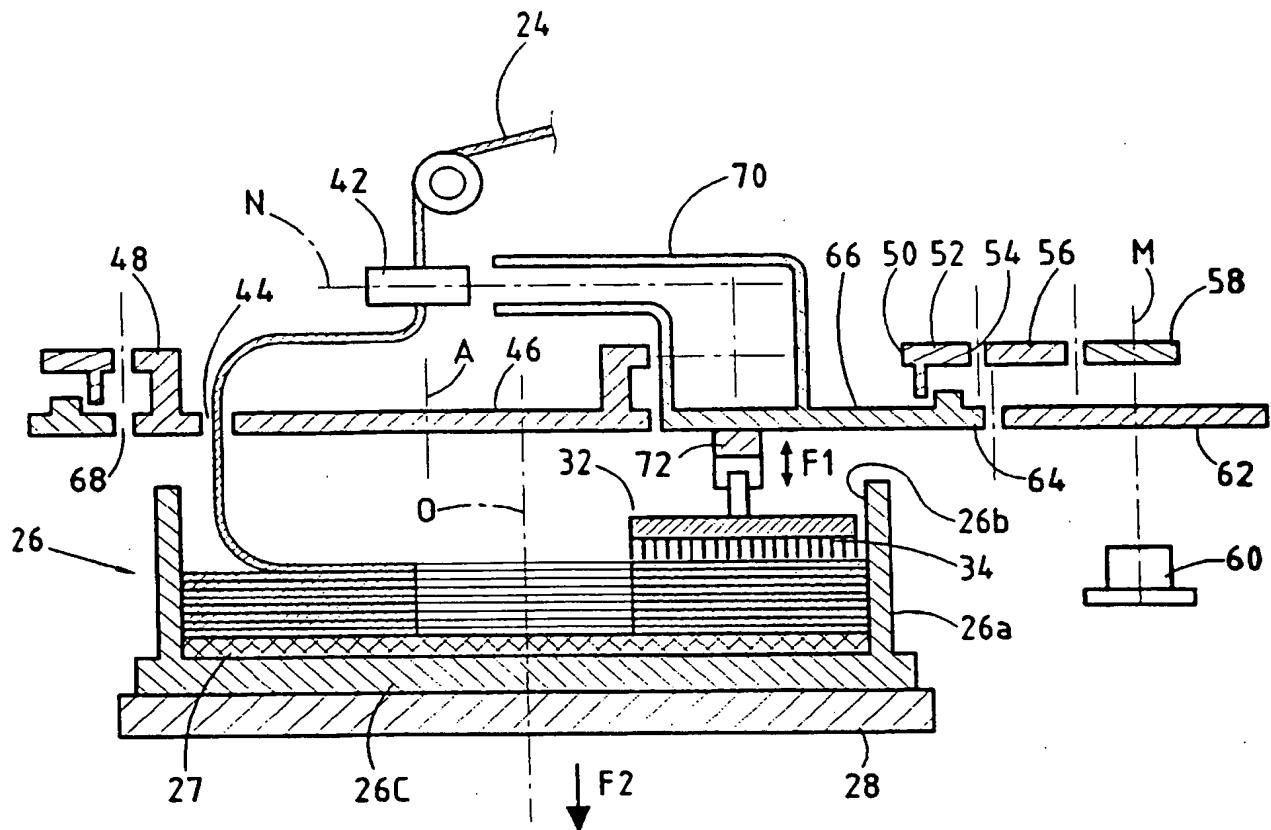


FIG. 3

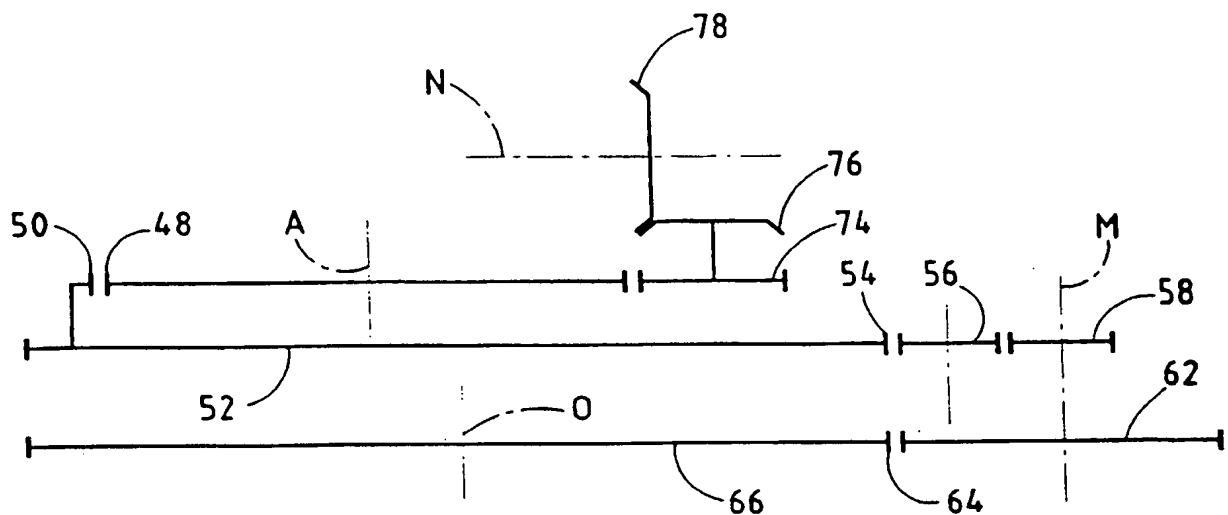


FIG. 4

4 / 4

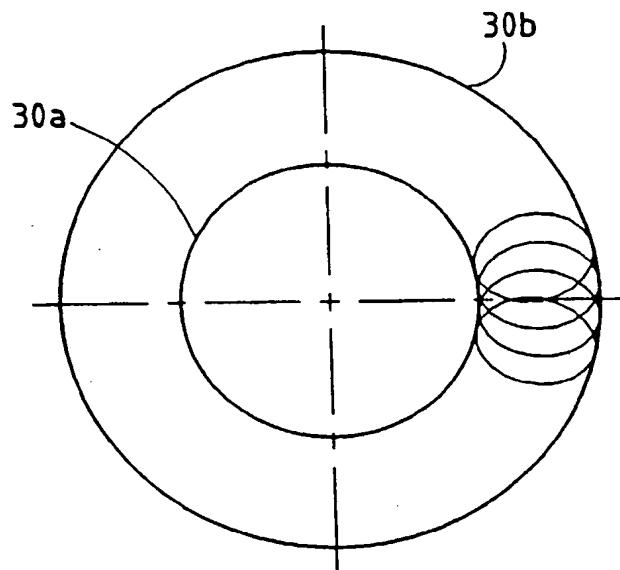


FIG. 5A

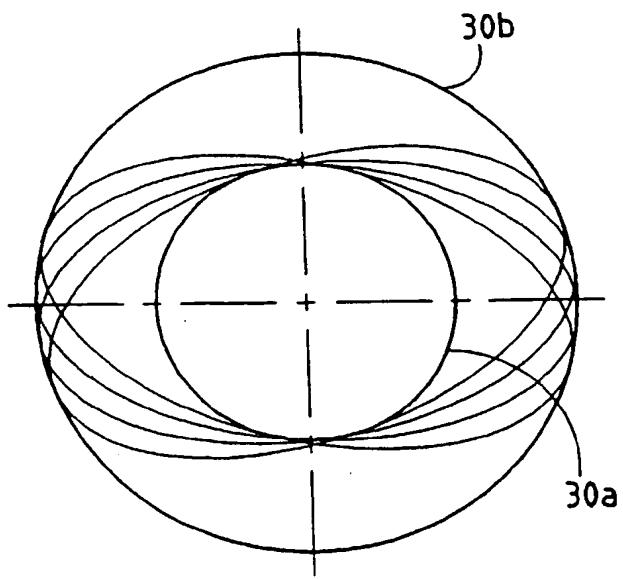


FIG. 5B

REPUBLIQUE FRANCAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
nationalFA 538991  
FR 9701604

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP 0 748 781 A (GOODRICH CO B F) * figures 1,7,8 * ---	1-4,7-9, 23
X	US 4 118 528 A (LOWRY BLAINE E) * figures 1,2 * ---	1-4,6-8
X	FR 2 378 888 A (MORGANITE MODMOR LTD) * page 2, ligne 17 - page 3, ligne 9 * * page 12, ligne 7 - ligne 16 * * page 8, ligne 29 - page 9, ligne 9 * ---	1,2,23
X	FR 2 532 244 A (BORG WARNER) * page 5, ligne 25 - page 6, ligne 4 * ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 036 (M-1205), 29 janvier 1992 & JP 03 244840 A (TOYOTA MOTOR CORP), 31 octobre 1991, * abrégé * ---	1,2,23
A	EP 0 250 615 A (RAYBESTOS IND PRODUKTE GMBH) * figure 1 * ---	1-26
A	EP 0 721 835 A (GOODRICH CO B F) * le document en entier * -----	1-26
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F16D D04H B29C
1	Date d'achèvement de la recherche  4 novembre 1997	Examinateur  Barathe, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		